

PAT-NO: JP409213652A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09213652 A  
TITLE: LASER ANNEALING DEVICE  
PUBN-DATE: August 15, 1997

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
KUSUMOTO, NAO TO  
MIYAMOTO, TADAYOSHI  
HOSODA, GOJI  
TAKEUCHI, AKIRA

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD	N/A
SHARP CORP	N/A

APPL-NO: JP08038995  
APPL-DATE: February 1, 1996  
INT-CL (IPC): H01L021/268, H01L021/20

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the effect of laser annealing of the semiconductor to be the predetermined and to enhance the repeatability of it.

SOLUTION: Laser annealing condition of an amorphous silicon film formed on a glass board 100 is adjusted fitly by evaluating the quality of the film of the laser annealed silicon film. The calculated result of the refraction factor of silicon film by ellipsometers 116 and 117 and the calculated result by Raman spectrum device are used for the method of evaluating the quality of the silicon film. By evaluating the quality of the film just after the irradiation of the laser ray, the irradiating condition of the laser ray is control in real time and the annealing effect can be controlled to be of predetermined and constant.

COPYRIGHT: (C)1997, JPO

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-213652

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>  
H 01 L 21/268  
21/20

識別記号 庁内整理番号  
H 01 L 21/268  
21/20

F I  
H 01 L 21/268  
21/20

技術表示箇所  
Z

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全6頁)

(21) 出願番号

特願平8-38995

(22) 出願日

平成8年(1996)2月1日

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所  
神奈川県厚木市長谷398番地

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 楠本 直人

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 宮本 忠芳

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

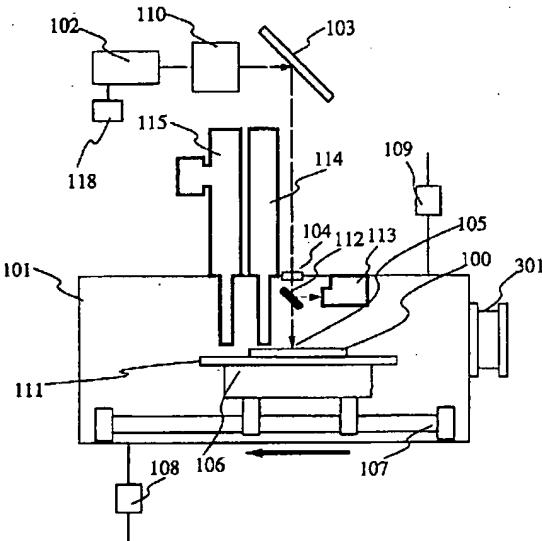
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザーアニール装置

(57) 【要約】

【目的】 半導体に対するレーザーアニールの効果を所定のものとする。さらにその効果の再現性を高める。

【構成】 ガラス基板100上に成膜された非晶質珪素膜に対するレーザーアニール条件をレーザーアニールがなされた珪素膜の膜質を評価することによって、適時調整する。珪素膜の膜質の評価方法としては、エリプソメータ116、117を用いた珪素膜の屈折率の計測結果やラマン分光装置115を用いた計測結果を用いる。この膜質の評価をレーザー光の照射直後に行うことにより、リアルタイムでレーザー光の照射条件を制御し、そのアニール効果を所定のもの、さらには一定なものとすことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】レーザー光を照射する手段と、被照射面に照射される前記レーザー光の照射エネルギーの値を計測する手段と、被照射面の膜質を評価する手段と、前記照射エネルギーの値と前記膜質とに基づいて、前記レーザー光の照射エネルギーを制御する手段と、を有することを特徴とするレーザーアニール装置。

【請求項2】請求項1において膜質を評価する手段において、膜の屈折率、膜のラマン分光、膜の紫外線反射分光から選ばれた一種または複数種類のものが計測されることを特徴とするレーザーアニール装置。

【請求項3】請求項1において、レーザー光の照射は、被照射面の膜質が所定の範囲内に収まるように調整されることを特徴とするレーザーアニール装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本明細書で開示する発明は、レーザー光の照射によって各種アニールを行う装置に関する。例えば、非晶質珪素膜にレーザー光を照射して結晶性珪素膜に変成するための装置の構成に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、非晶質珪素膜にレーザー光を照射して、結晶性珪素膜に変成する技術が知られている。これは、ガラス基板上に非晶質珪素膜をプラズマCVD法や減圧熱CVD法で成膜し、それにレーザー光を照射することにより、結晶性珪素膜に変成する技術である。

【0003】またレーザー光の照射によって、薄膜トランジスタのソース及びドレイン領域の活性化を行う技術も知られている。

【0004】この技術においては、レーザー光の照射によるアニール効果を所望のもの、あるいは一定なものとすることが求められる。

【0005】レーザー光としては、その出力や実用性の点から、エキシマレーザーが用いられている。特に紫外光領域のエキシマレーザーが利用されている。

【0006】しかし、エキシマレーザーは発振を利用するガスが汚染されると、発振出力が変化してしまう問題があり、安定してアニール効果を得るには、問題があった。

【0007】特にレーザーアニールプロセスは、連続して多数の試料に対して連続的に行われるものであり、上記の出力が変動してしまう問題は重要なものとなる。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】本明細書で開示する発明は、レーザー光の照射による半導体に対するアニールにおいて、そのアニール効果を常に一定なもの、あるいは

は所望のものとする技術を提供することを課題とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明の一つは、レーザー光を照射する手段と、被照射面に照射される前記レーザー光の照射エネルギーの値を計測する手段と、被照射面の膜質を評価する手段と、前記照射エネルギーの値と前記膜質とに基づいて、前記レーザー光の照射エネルギーを制御する手段と、を有することを特徴とする。

10 【0010】上記構成の具体的な例を図1～3に示す。図1は図3のA-A'で切った断面である。また図2は図1の上面図である。

【0011】図1においては、発振器102と光学系110とミラー103とでなるレーザー光を照射する手段と、ハーフミラー112と計測器113とでなる被照射面に照射される前記レーザー光の照射エネルギーの値を計測する手段と、紫外線反射分光を計測する装置114と、ラマン分光装置115と、図2の116と117とで示されるエリプソメータと、でなる被照射面の膜質を評価する手段と、前記各計測装置からのデータに基づいてレーザー発振器の発振エネルギーを調整し、そこからの照射エネルギーを調整する手段118と、を有した構成が示されている。

20 【0012】上記の構成において、全ての計測装置を動作させ、そのデータに基づいて、レーザー光の照射エネルギーを制御することが最も好ましい。しかし、少なくともその一つを用いるのでもよい。

【0013】なお一般には、レーザー光の照射エネルギーとして、照射エネルギー密度( $mJ/cm^2$ )が利用される。

## 【0014】

【発明の実施の形態】レーザー光の照射によるアニールを行う工程において、以下の諸パラメータ、即ちレーザー光の照射エネルギー、レーザーアニール後の半導体膜のラマン分光計測値、レーザーアニール後の膜の屈折率、レーザーアニール後における膜の紫外光の反射分光を計測することにより、レーザーアニール効果を常に確認することができ、レーザー光の照射エネルギーの変動を補正することができる。

40 【0015】即ち、レーザー光の照射エネルギーを変動を所定の値、または所定の範囲の値にすることで、レーザーアニールの効果を一定なものとすることができる。

【0016】膜質の評価方法としては、ラマン分光法によるものを挙げることができる。ラマン分光法による計測では、被計測物の結晶性を評価することができる。

【0017】また他の膜質の評価方法としては、エリプソメーターによる膜の屈折率を計測する場合を挙げることができる。エリプソメーターは、計測しようとする試料(薄膜)の表面に偏光を斜め方向から入射させ、この反射光の偏光状態を計測することにより、解析計算より膜

の厚さや屈折率を算出するものである。ここで、膜の厚さが判明していれば、膜の屈折率を得ることができる。

【0018】膜の屈折率は、ラマン分光法ではあまり反映されない膜表面の凹凸に関する情報を含んでいる。従って、エリプソメーターによる計測を併用することで、膜の状態をさらに詳細に知ることができる。

【0019】また他の膜質の評価方法としては、紫外光の反射分光を計測する方法を挙げることができる。これは珪素膜に対して紫外光を照射し、その反射分光を計測することにより、被計測珪素膜の結晶性を評価する方法である。

【0020】このように各種方法により、レーザー光の照射された膜の評価を行うことで、レーザー光の照射によるアニール効果を客観的に評価することができる。特に上記各種の方法を組み合わせて膜質の評価を行うことで、より客観的に膜質を評価することができる。

【0021】そし上記膜質の評価に基づいてレーザー光の照射エネルギーを制御することで、アニール効果の変動を最小限に抑えることができる。

【0022】

【実施例】

【実施例1】本実施例は、ガラス基板や石英基板上に形成された珪素膜に対してレーザー光を照射してアニールを行う装置に関する。このアニールの内容としては、非晶質珪素膜の結晶化、結晶性を有する珪素膜に対する結晶性のさらなる助長、不純物イオンの注入による損傷のアニール、注入された不純物の活性化、を挙げることができる。

【0023】図1～3に本実施例で示すレーザーアニール装置の概要を示す。図3のA-A'で切った断面が図1である。また図1でその断面が示される構成を上面から見たものが図2である。

【0024】レーザーアニールを行うには、まず予備室306内に収納されたカセット312からロボットアームによって、基板を搬送室302に引き出す。この時、アライメント室303において、ロボットアームと基板との位置関係調整する。なお、カセット312には予め処理する使用（基板）が多数枚収納されている。

【0025】また、予備室とアライメント室との間には、ゲートバルブ307が設けられており、必要に応じて気密性を確保できるようになっている。

【0026】そしてまず、予備加熱を行うために加熱室308に試料は搬送される。加熱室での加熱を所定時間行ったら、ロボットアーム305によって、試料をレーザーアニールが行われるチャンバー101に移送する。

【0027】加熱室308は、次々に処理される試料を予め所定の温度に加熱するためのものである。この加熱室308もゲートバルブ309によって搬送室302と連結されている。

【0028】図1に示すように、気密性を有するチャン

バー101に搬入された試料（基板）100は、石英で構成されたステージ111上に配置される。ステージ111はヒーターを内蔵した移動可能な台106上に配置され、台106の移動に伴って試料100を乗せたまま移動する。台106は、レール107の上を1次元方向に移動する。

【0029】台106を移動させることによって、試料111に照射されるレーザー光は走査されて照射される。レーザー光は、発振器102で発振され、光学系110において細長い線状の形状に加工される。そしてミラー103で反射され、石英の窓104を介して線状を有した被照射面105に照射される。

【0030】ここで、レーザー光の一部は半透過ミラー112で反射されて、レーザー光の照射エネルギー密度を計測する計測装置113に入射する。この半透過ミラーは、その反射率が非常に小さいものを用いる。例えば、その反射率が0.5～1%であるものを用いる。こうして照射されるレーザー光の一部が計測装置113に入射する。

20 【0031】レーザー光の照射は、台106を図の矢印で示す方向に動かすことにより、走査されて照射される。そして照射された後に移動してきた被照射面に対して、116と117で構成されるエリプソメーター、および114で示される紫外線反射分光計測装置、および115で示されるラマン分光計測装置によってレーザー光が照射された後の膜質が評価される。

【0032】エリプソメーターは、116から照射された偏光を117で受光する構成を有している。

【0033】なお煩雑になるのを避けるために、図1には図2の116と117とで示されるエリプソメーターが記載されていない。また図2には紫外線反射分光計測装置114とラマン分光測定計測装置115が示されていない。

【0034】そしてエリプソメーターと紫外線反射分光計測とラマン分光計測とで得られたデータに基づいて、制御装置118によって、レーザー発振器102から発振されるレーザーエネルギーを制御する。またこの時、計測装置113で計測されるレーザーエネルギーも参考にする。

40 【0035】制御装置118は、発振器102からのレーザー光の照射エネルギーを制御する機能を有している。制御装置118には、予備実験によって得られた各種データが記憶されており、計測された膜質の変化に基づいて、それを補正するために必要なレーザー光の照射エネルギーの制御を行う。

【0036】このようにすることで、レーザー光を走査しながら照射する段階において、リアルタイムに照射エネルギーをその効果が一定になるように制御することができる。

50 【0037】チャンバー101内には、適当なガスをガ

ス導入系109から導入することができる。また必要に応じてチャンバー101内は排気ポンプ108によって減圧状態とすることができます。

【0038】レーザーアニールが終了したら、試料を処理室101から搬送室302に引出し、さらに冷却室310に移送する。冷却室310は、レーザー光の照射後にまだ熱を持った試料を冷やすために室である。ここで所定の温度に下げられた後に試料は予備室306に搬出される。

【0039】冷却室310も気密性を保持するためにゲートバルブ311で搬送室302から仕切られている。勿論、ゲートバルブ311を基板を移送するたびに開閉する必要はなく、必要に応じて利用すればよい構成となっている。

【0040】こうして、レーザー光の照射によるアニール処理が終了する。そしてカセット312に収納された多数枚の基板に対して、次々にアニール処理が行われていく。

【0041】そして、最初カセット312内に収納された試料（基板）の全てに対してレーザーアニールが終了したら、カセット312を予備室306から取り出し、次にカセットを搬入する。

【0042】以上述べたような構成において、常にレーザー光の照射エネルギーとレーザーアニールの効果を評価し、その結果から照射されるレーザーエネルギーを制御することにより、アニール効果の変動を最大限抑制することができる。

【0043】そして、得られる半導体装置の特性の均一化や歩留りの向上に大きな寄与をすることができる。

【0044】〔実施例2〕本実施例は、レーザー光の照射エネルギーを制御する方法として、アッテネーター（減光器）を利用する構成に関する。

【0045】実施例1においては、レーザー発振器を調整することにより、その出力を制御する構成を示した。しかし、本実施例では、光学系110内に光学的なアッテネーターを配置し、レーザー光の照射エネルギーを制御することを特徴とする。

【0046】この場合、出力に余裕のある発振器を用い、通常の状態でアッテネータによって、照射エネルギーを絞った状態とする。そして、実施例と同様に監視している照射エネルギーとアニール後の膜質に応じて、このアッテネータを制御し、照射エネルギーを変化させる。

【0047】アッテネータの制御は、制御装置118によって自動的に行う構成とすることが望ましい。

【0048】本実施例に示す構成は、発振器からのレーザー光の一部を無駄にするという問題があるが、安定した照射を行うことができ、また調整が簡単であるという特徴がある。

【0049】〔実施例3〕本実施例は、レーザー光の照射エネルギーを計測する手段として、試料を透過した残

光を計測する構成に関する。

【0050】レーザーアニールを施す試料として、ガラス基板や石英基板上に配置された半導体パターンや作製途中の薄膜トランジスタを選択する場合、照射されたレーザー光の一部は、ガラス基板なり石英基板を透過する。

【0051】そこで本実施例においては、この透過したレーザー光を検出することにより、照射されたレーザー光の照射エネルギーを検出する構成とする。レーザー光の検出は、台106内に計測器を配置すればよい。

【0052】〔実施例4〕本実施例は、図4に示すように401と402で示されるエリプソメータをアライメント室303に配置した構成に関する。

【0053】ラマン分光計測装置もそうであるが、エリプソメータによる計測は、計測が行われ、結果が出るまで若干の時間を要する。（通常数秒程度）

【0054】従って、レーザーアニールの対象となる試料が小型である場合、リアルタイムなフィードバックが困難になることが考えられる。

【0055】このような場合は、試料毎にデータを取り、試料を代える毎にフィードバックしたデータを用いてレーザー光の照射エネルギーを制御すればよい。このような場合には、装置の配置に余裕にあるアライメント室303に401と402で示されるエリプソメータを配置すればよい。

【0056】また、図示しないがラマン分光計測装置や紫外線分光計測装置もアライメント室に配置することができる。

【0057】

30 【発明の効果】本明細書で開示する発明を利用することで、レーザー光の照射による半導体に対するアニールにおいて、そのアニール効果を常に一定なもの、あるいは所望のものとすることができます。そして、得られる半導体装置の特性のバラツキを是正することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 レーザーアニールを行う装置の構成を示す図。

【図2】 レーザーアニールを行う装置の構成を示す図。

40 【図3】 レーザーアニールを行う装置の構成を示す図。

【図4】 レーザーアニールを行う装置の構成を示す図。

【符号の説明】

100 レーザーアニールが行われる試料（基板）

101 レーザーアニールが行われるチャンバー

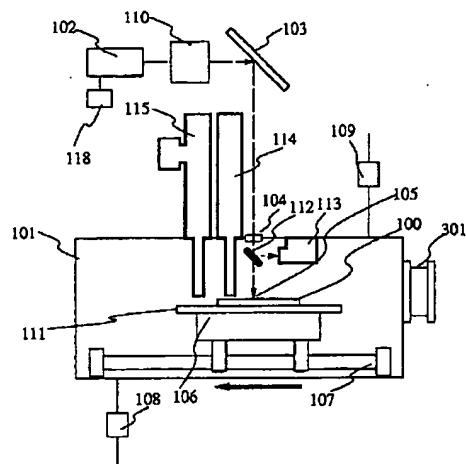
102 レーザー発振器

103 ミラー

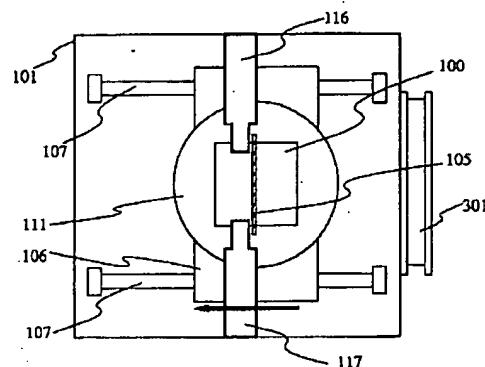
7

104	石英の窓	112	ハーフミラー
105	被照射面	113	レーザー光の照射エネルギーを計測する計測器
106	ヒーターを内蔵した移動可能な台	114	紫外線反射分光を計測する計測器
107	レール	115	ラマン分光を計測する計測器
108	排気系	116、117	エリプソメーター
109	ガス導入系	118	発振器102からのレーザー光の照射エネルギーを制御する制御装置
110	光学系		
111	石英のステージ		

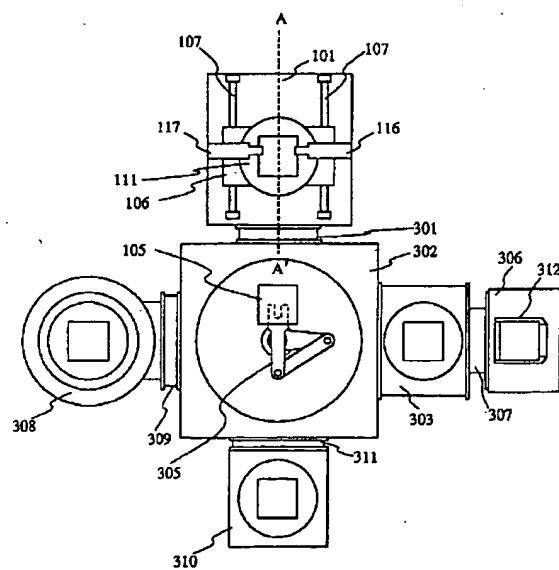
【図1】



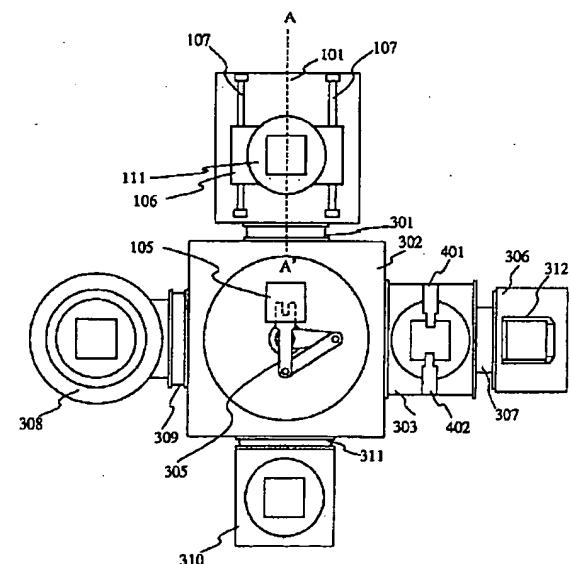
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 細田 剛司  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤーフ株式会社内

(72)発明者 武内 晃  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内